



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 04 613 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 32 B 27/12**  
B 32 B 3/20  
B 32 B 17/02  
B 32 B 31/06  
B 29 C 39/20  
// B 32B 15/08, 27/28,  
27/32, 27/34, 27/38

⑳ Aktenzeich n: 196 04 613.0  
㉑ Anmeldetag: 8. 2. 96  
㉒ Offenlegungstag: 28. 8. 97

DE 196 04 613 A 1

⑦① Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

⑦② Erfinder:  
Mehn, Reinhard, Dr., 85778 Haimhausen, DE; Peis,  
Reinhard, 80809 München, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	27 38 132 C2
DE	43 14 861 A1
DE	41 33 634 A1
DE	40 04 599 A1
DE	39 31 452 A1

⑤④ Sandwichstruktur

⑤⑦ Es sind bereits Sandwichstrukturen aus Kunststoff bekannt, die aus unterschiedlichen Werkstoffen aufgebaut sind. Insbesondere die Verwendung von Duroplasten ist in bezug auf die Umwelt und die Verarbeitbarkeit problematisch. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sandwichstruktur aus Kunststoff zu schaffen, bei der Umwelt- und Recyclingprobleme vermieden sind.  
Dies wird dadurch erreicht, daß der Grundwerkstoff des Kerns (22) und der Deckschalen (3, 4) ein einziger gleicher oder gleichartiger Thermoplast ist und daß die Verbindung zwischen dem Kern (22) und den Deckschalen (3, 4) ebenfalls über den gleichen oder gleichartigen Thermoplast erfolgt, aus dem der Kern (22) und die Deckschalen (3, 4) aufgebaut sind.



DE 196 04 613 A 1

Die Erfindung betrifft eine Sandwichstruktur gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Sandwichstrukturen weisen in der Regel einen dreischichtigen Aufbau auf, der aus paarweise angeordneten hochfesten und hochsteifen Deckschalen zur Aufnahme von Zug- und Druckkräften bzw. Biegespannungen und aus einem schub-, zug- und druckfesten und -steifen Kern zur Aufnahme von Biegequerkräften bzw. Schubspannungen und gegebenenfalls zur Lasteinleitung von örtlichen Druck- und Zugkräften bzw. den zugehörigen Spannungen senkrecht zu den Deckschalen besteht. Eine Sandwichstruktur baut aufgrund ihrer geringen Dichte leicht und zeichnet sich durch eine besonders hohe Biegesteifigkeit aus. Von Vorteil ist ferner im allgemeinen die hohe Schall- und Wärmeisolation, die hohe Schlagzähigkeit und Energieaufnahme sowie der erreichbare Impact-Schutz.

Es sind bereits Sandwichstrukturen bekannt, die aus unterschiedlichen Kunststoffen, insbesondere Duroplasten aufgebaut sind. In der Regel weist der Kern entweder einen Polymerschäum, z. B. PMI, PUR, PP auf. Er kann aber auch eine Wabenstruktur aus im Querschnitt sechseckförmigen Profilabschnitten aufweisen, die z. B. aus Papier und EP, Aramid und EP oder aus Aluminium bestehen. Diese Kerne erfordern jedoch eine aufwendige Herstellung. Zudem tritt bei gleichsinnigen Bauteilkrümmungen ein wabenspezifischer Sattelleffekt auf, bei dem es zu einer Stauchung der Waben auf der Wölbungsinnenseite und gegenüberliegend dazu zu einer Dehnung der Waben auf der Wölbungsaussenseite kommt.

Von Nachteil ist ferner, daß die Kombination unterschiedlicher Materialien eine Stofftrennung vor der Wiederverwertbarkeit erfordert, wobei die getrennten Stoffe teilweise durch Restklebstoffe verunreinigt sein können. Die Verarbeitung von Duroplasten bewirkt ferner eine hohe Emissionsbelastung der Umwelt.

Bislang bekannte Sandwichstrukturen aus Kunststoff sind nicht für großserienrelevante Stückzahlen geeignet, da bei der Herstellung lange Zykluszeiten und ein hoher manueller Arbeitsaufwand erforderlich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sandwichstruktur aus Kunststoff zu schaffen, die in einer Großserie herstellbar und einfach wiederverwertbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch den Aufbau der Sandwichstruktur aus gleichen oder gleichartigen Thermoplasten ist eine einfache und schnelle Herstellung möglich. Da die erfindungsgemäße Sandwichstruktur im Prinzip nur aus einem einzigen Polymer besteht, ist die Sandwichstruktur in einfacher Weise wieder verwertbar, z. B. in einem Plastifizierpreßverfahren.

Die Deckschalen der erfindungsgemäßen Sandwichstruktur bestehen aus Laminaten, die durch die Verwendung von Verstärkungsfasern aus Glas und/oder Kohlenstoff und/oder Aramid und/oder aus höherschmelzenden Thermoplastfasern eine hohe Steifigkeit und Festigkeit aufweisen.

Durch die Ausbildung des erfindungsgemäßen Kerns als eine Röhren-Waben-Struktur, bei der die Röhren nur über eine linienförmige Kontaktfläche miteinander verbunden sind, und durch eine kraftflußgerechte Ausrichtung der Röhren werden beim Verformungsvorgang die Röhren parallel zueinander verschoben und somit der Sattelleffekt vermieden.

Vorteilhafterweise sind die Röhren der Wabenstruktur zweiteilig aufgebaut und bestehen aus einem inneren Strukturröhren, dessen Werkstoff mit dem Matrixwerkstoff des Laminates übereinstimmt. Wie b im Laminat der Deckschalen, die mit einer Verbindungsschicht aus einem Thermoplasten beschichtet sind, die eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Lamine in bezug auf einen niedrigeren Schmelzpunkt darstellen, ist das Strukturröhren mit einem Verbindungsröhren beschichtet, das aus einem Thermoplasten besteht, der eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Lamine bzw. des Strukturröhrens in bezug auf einen niedrigeren Schmelzpunkt ist.

Vorteilhafterweise schließen die Deckschalen die Durchgangsöffnungen der Röhren. Die Röhren sind mit den Deckschalen über die Matrix der Verbindungsschicht hochfest verbunden.

Durch die Einarbeitung von hochfesten Inserts in die Sandwichstruktur an Stellen, an denen eine Krafteinleitung erfolgt können höhere Kräfte übertragen und Beschädigungen vermieden werden.

Die Inserts bestehen ebenfalls aus einem Thermoplast und sind zumindest mit dem Kern schubfest verbunden. In besonderen Anwendungsfällen können die Inserts mit metallischen Einlegern, z. B. mit Gewindebuchsen oder Gewindebolzen versehen sein.

Bevorzugte Thermoplaste sind Polypropylen PP und/oder technische Thermoplaste, wie Polyamid PA und/oder Polyethylenterephthalat PET und/oder Polybutylenterephthalat PBT und/oder hochtemperaturstabile Thermoplaste wie Polyetheretherketon PEEK und/oder Polyetherimid PEI und/oder Polyphenylsulfid PPS.

Die erfindungsgemäßen Sandwichstrukturen werden vorteilhafterweise als relativ großflächige Strukturbauteile beispielsweise im Fahrzeugbau, Flugzeugbau oder in der Isolationstechnik eingesetzt. Mögliche Kraftfahrzeugbauteile sind beispielsweise die Bodengruppe, die Front- und Heckklappe, der Verdeckdeckel, ein Dachmodul und/oder ein Schiebe- oder Klappdach.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen beispielshalber beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines plattenförmigen Laminats zur Herstellung der Deckschalen im unverformten Zustand,

Fig. 2 eine Querschnittsansicht einer oberen Deckschale im verformten Zustand

Fig. 3 eine Querschnittsansicht einer Röhren-Waben-Struktur zur Herstellung eines Kerns im unverformten Zustand,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Röhren-Waben-Struktur der Fig. 3 im verformten Zustand,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht einer in die Endform gebrachten unteren Deckschale und

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer zusammengesetzten Sandwichstruktur, die zusätzlich mit einem Insert versehen ist.

Die Fig. 1 zeigt einen rechteckförmigen Querschnitt eines plattenförmigen Laminats 2 zum Herstellen einer Deckschale 3, 4 zum Aufbau einer Sandwichstruktur 1. Das Laminat 2 weist eine Thermoplast-Matrix auf, die mit Verstärkungsfasern versehen ist. Vorzugsweise ist ein technischer Thermoplast eingesetzt. Die Verstärkungsfasern können aus Glasfasern, Kohlenstoff und/oder Aramid und/oder hochleistungsfähigen Thermoplasten bestehen. Die Verstärkungsfasern können als einzelne Fasern und/oder als Gewebe und/oder als Gestricke und/oder als Gewirke ausgebildet sein. Ferner

ist es möglich, daß die Verstärkungsfasern aus einem höherschmelzenden Thermoplasten bestehen. Auf diese durch die Thermoplastmatrix und die Verstärkungsfasern gebildete Trägerschicht 5 ist eine Verbindungsschicht 6 beispielsweise in Form einer oder mehrerer Thermoplastfolien angeordnet, wobei der Thermoplast der Verbindungsschicht 6 eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Trägerschicht 5 mit einem niedrigeren Schmelzpunkt ist. In einer anderen Ausführungsform ist die Verbindungsschicht wie die Trägerschicht aufgebaut, wobei jedoch als Matrixwerkstoff der Thermoplast mit einem niedrigeren Schmelzpunkt zum Einsatz kommt.

Die Fig. 2 zeigt eine umgeformte obere Deckschale 3, die an ihren Rändern 7 und 8 Verbindungsflächen 9, 10 aufweist, die vorzugsweise eben ausgebildet sind.

Die Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht einer Röhren-Waben-Struktur 11, die aus einer Vielzahl miteinander verbundenen Röhren 12 besteht. Die Röhren 12 weisen vorzugsweise eine kreisförmigen Querschnitt auf und sind an ihren gegenüberliegenden Enden 13, 14 offen. Ein Röhren 12 weist ein Strukturröhrchen 15 auf, dessen Mantelfläche mit einer Verbindungsschicht oder einem Verbindungsröhrchen 16 versehen ist. Der Thermoplast des Verbindungsröhrchens 16 stellt eine Modifikation des Thermoplasten des Strukturröhrchens 15 mit einem niedrigeren Schmelzpunkt dar. Die Röhren 12 sind über ihre Mantelflächen und die sich daraus ergebende linienförmige Berührung zu einer Röhren-Waben-Struktur 11 miteinander verbunden. Aufgrund der Röhren-Waben-Struktur 11 wird bei einem Wärmeumformvorgang in ein gekrümmtes Bauteil der ansonsten auftretende Sattelleffekt dadurch vermieden, daß die Röhren 12 aneinander abgleiten können und im wesentlichen ihre ursprüngliche Ausrichtung und Form beibehalten. Durch einen von der Endform des Kerns 22 abhängigen Stauchvorgang werden die Röhren 12 in ihrer Länge verkürzt.

Die Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht einer zu einem Kern 22 umgeformten Röhren-Waben-Struktur 11, bei der die Röhren 12 unterschiedlich gestaucht sind. Durch die starke Abflachung an den Randbereichen 17, 18 haben die Röhren 12 ihre ursprüngliche Form und Größe verloren, so daß es zu einer erhöhten Thermoplastansammlung und damit zu einer Dichtezunahme in den Randbereichen 17, 18 kommt. Im Unterschied zu den Röhren 12 der Fig. 3 sind die Röhren 12 der Fig. 4 an ihren gegenüberliegenden Enden 13, 14 je nach Stauchungsgrad unterschiedlich zusammengedrückt. Im mittleren Abschnitt 20 der Röhren 12 kann in Abhängigkeit von der gewünschten Wabengeometrie die zylindrische Form der Röhren 12 noch weitestgehend erhalten bleiben. Entsprechend ist die Symmetrielinie 19 in der Fig. 4 nur noch in diesem Bereich eingezeichnet.

Die Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht einer unteren Deckschale 4 mit einem im wesentlichen U-förmigen Querschnitt. Auch diese Deckschale 4 besteht aus einer Trägerschicht 5 und einer Verbindungsschicht 6, wobei die Verbindungsschicht 6 wie bei der Deckschale 3 in Richtung zur Außenoberfläche 21 der als Kern 22 dienenden Röhren-Waben-Struktur 11 zeigt. An der Deckschale 4 sind am Randbereich 23, 24 Verbindungsflächen 25, 26 vorgesehen, die beim Zusammenbau der Deckschalen 3, 4 mit dem Kern 22 an den Verbindungsflächen 9, 10 der Deckschale 3 anliegen und über die beim Verbindungsvorgang aufgeschmolzenen Verbindungsschichten 6 verbunden werden.

Die Fig. 6 zeigt eine Querschnittsansicht einer fertigen Sandwichstruktur 1, bei der die Verbindungsschichten 6 der Deckschalen 3, 4 mit der Außenoberfläche 21 des Kerns 22 verbunden sind. Zusätzlich ist in dieser Sandwichstruktur 1 an einer Krafteinleitungsstelle 27 ein Insert 28 fest mit den Außenflächen der Röhren 12 des Kerns 22 und mit den Trägerschichten 5 und den Verbindungsflächen 6 der Deckschalen 3 und 4 verbunden.

#### Patentansprüche

1. Sandwichstruktur, bestehend aus einem Kern und aus Deckschalen, die den Kern umhüllen, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundwerkstoff des Kerns (22) und der Deckschalen (3, 4) ein einziger gleicher oder gleichartiger Thermoplast ist und daß die Verbindung zwischen dem Kern (22) und den Deckschalen (3, 4) ebenfalls über den gleichen oder gleichartigen Thermoplast erfolgt aus dem der Kern (22) und die Deckschalen (3, 4) aufgebaut sind.
2. Sandwichstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschalen (3, 4) aus Laminaten (2) hergestellt sind, die mit mindestens einer Verbindungsschicht (6) beschichtet sind, wobei die Verbindungsschicht (6) eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Laminare (2) mit einem niedrigeren Schmelzpunkt ist.
3. Sandwichstruktur nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Laminare (2) mit Verstärkungsfasern aus Glas und/oder Kohlenstoff und/oder Aramid und/oder aus höherschmelzenden Thermoplastfasern ausgerüstet sind.
4. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (22) aus Röhren (12) besteht, die an ihrer Mantelfläche miteinander verbunden sind und eine Röhren-Waben-Struktur (11) bilden.
5. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das einzelne Röhren (12) zweiteilig aufgebaut ist und aus einem inneren Strukturröhrchen (15) und einem an der Mantelfläche des Strukturröhrchens (15) ausgebildeten Verbindungsröhrchen (16) besteht.
6. Sandwichstruktur nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des Strukturröhrchens (15) dem Matrixwerkstoff der Laminare (2) und der Werkstoff des Verbindungsröhrchens (16) dem modifizierten Thermoplasten der Verbindungsschicht (6) entspricht.
7. Sandwichstruktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangsöffnungen der Röhren (12) durch die Deckschalen (3, 4) verschlossen sind.
8. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhren (12) kraftflußgerecht angeordnet sind.
9. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Stellen (27) der Sandwichstruktur (1) Inserts (28) eingearbeitet sind, an denen eine Krafteinleitung erfolgt.
10. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (28) zweiteilig aus einer inneren thermoplastischen Tragstruktur und aus einer äußeren thermoplastischen Verbindungsschicht besteht, wobei der Ther-

moplast der Tragstruktur (1) oder gleichartig ist wie der Thermoplast der Trägerschicht (5) der Deckschalen (3, 4) und wobei der Thermoplast der Verbindungsschicht des Inserts (28) gleich oder gleichartig ist wie der Thermoplast der Verbindungsschicht (6) der Deckschalen (3, 4). 5

11. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (28) mit einem metallischen Einleger versehen ist.

12. Sandwichstruktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (28) ein thermoplastisches Recyclat ist. 10

13. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoplast Polypropylen PP und/oder ein technischer Thermoplast wie Polyamid PA und/oder wie Polyethylenterephthalat PET und/oder wie Polybutylenterephthalat PBT und/oder ein hochtemperaturstabiles Thermoplast wie Polyetheretherketon PE-EK und/oder wie Polyetherimid PEI und/oder wie Polyphenylensulfid PPS ist. 20

14. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sandwichstruktur (1) als ein relativ großflächiges und gegebenenfalls gekrümmtes Strukturbauteil ausgebildet ist. 25

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65